Rondo Cameron
Larry Neal

Historia económica mundial

Desde el Paleolítico hasta el presente

Cuarta edición

Traducción de Miguel Ángel Coll

Alianza Editorial

Título original: *A Concise Economic History of the World. From Paleolithic Times to the Present*.
This translation of *A Concise Economic History of the World, Fourth Edtion,* originally published in English in 2002, is published by arrangement with Oxford University Press.
Esta traducción de *A Concise Economic History of the World, Fourth Edtion,* publicada originalmente en inglés en 2002, se publica por acuerdo con Oxford University Press, Inc.

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley, que establece penas de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeren, plagiaren, distribuyeren o comunicaren públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización.

Edición electrónica, 2014
www.alianzaeditorial.es

Copyright © 1989, 1997 and 2002 by Oxford University Press
© de la traducción: Miguel Ángel Coll Rodríguez, 2005
© Alianza Editorial, S. A. Madrid, 2014
Juan Ignacio Luca de Tena, 15. 28027 Madrid
ISBN: 978-84-206-8852-7
Edición en versión digital 2014

7. El nacimiento de la industria moderna

A comienzos del siglo XVIII varias regiones de Europa, principalmente de Europa Occidental, habían acumulado ya concentraciones considerables de industria rural, aunque no exclusivamente en la actividad textil. A principios de la década de 1970 se inventó un nuevo término para describir el proceso de expansión y ocasional transformación de esas industrias: protoindustrialización. El término se empleó por primera vez para referirse a la industria del lino de Flandes, una industria rural, con base en casas de campo y organizada por empresarios en Gante y otras ciudades comerciales, que exportaba su producción, el tejido de lino, a mercados lejanos, en especial a los del Imperio español. Los trabajadores, unidades familiares formadas por marido, mujer e hijos, solían cultivar además pequeñas parcelas de terreno, aunque también compraban artículos adicionales en los mercados. El término se ha refinado después y se ha extendido en tiempo y espacio a otras industrias similares. En algunos casos —por ejemplo, la industria del algodón de Lancashire— se ha visto como el preludio de un sistema fabril totalmente desarrollado. En otros, sin embargo, como en las industrias del lino irlandesas e incluso flamencas, esta transición no tuvo lugar.

Las características esenciales de una economía protoindustrial son trabajadores dispersos, generalmente rurales, organizados por empresarios urbanos (mercaderes-fabricantes) que les proporcionan las materias primas y venden su producción en mercados lejanos. Los trabajadores deben comprar al menos una parte de sus medios de subsistencia. El lector perspicaz observará que esta definición parece ajustarse a las industrias descritas en los capítulos 3 y 5 como industria casera, industria doméstica y sistema de externalización del producto. De hecho, los que critican el término «protoindustrialización» lo consideran superfluo. Si hay una diferencia significativa, está en el hincapié en los mercados lejanos; la mayoría de la industria casera o doméstica tradicional abastecía solamente a los mercados locales.

La protoindustrialización y los términos relacionados con ella suelen referirse principalmente a las industrias de artículos de consumo, en especial textiles. No obstante, mucho antes del advenimiento del sistema fabril en la industria del algodón existían ya otras industrias altamente capitalizadas, a gran escala, que producían bienes de equipo o intermedios, y a veces, incluso, bienes de consumo. Se ha hablado ya de las *manufactures royales* francesas (véase p. 173); generalmente se hallaban instaladas en grandes estructuras tipo fábrica donde los artesanos cualificados trabajaban bajo la supervisión de un capataz o empresario, pero sin máquinas. «Protofábricas» similares fueron levantadas por nobles terratenientes-empresarios en el Imperio austríaco (Bohemia y Moravia) y en otros lugares. Los grandes terratenientes asumieron también el papel de empresarios en la industria del carbón, explotando los yacimientos situados en sus fincas. El duque de Bridgewater, que poseía una mina en Worsley, contrató al ingeniero autodidacta James Brindley para que construyera un canal desde su mina hasta Manchester en 1759-1761. Las fundiciones, que solían situarse en zonas rurales cerca de las cuales hubiera madera (para el carbón vegetal) y mineral de hierro, empleaban a veces a cientos, incluso miles de trabajadores. Las labores del plomo, el cobre y el vidrio con frecuencia también se organizaban a gran escala, igual que los astilleros. El arsenal de Venecia, de propiedad estatal, que databa de la Edad Media, fue una de las primeras empresas industriales a gran escala de la historia. La compleja organización de los astilleros holandeses ya se ha descrito (véase p. 137). El gobierno inglés construyó el arsenal de Woolwich, cerca de Londres, y empresarios privados mantuvieron también instalaciones considerables en diversos lugares.

No obstante, aunque estos logros fueran impresionantes, en el siglo XVIII se vieron eclipsados por la aparición de nuevas formas de empresa industrial.

1. Características de la industria moderna

Una de las diferencias más evidentes entre las sociedades preindustrial y moderna es el papel relativo de la agricultura, sumamente disminuido en la última. La contrapartida de esta disminución de importancia es, no obstante, el enorme aumento de producción de la agricultura moderna, que le permite alimentar a un gran número de población no agrícola. Otra diferencia, relacionada con la anterior, es la elevada proporción de mano de obra moderna ocupada en el sector terciario o de servicios (especialmente profesionales, en oposición a servicios domésticos); en la actualidad, la proporción es del 60% o más, frente al 20 o el 30% ocupada en la fabricación y otras industrias afines. Sin embargo, se trata de una evolución bastante reciente, y más acusada en la segunda mitad del siglo XX. Durante el período de industrialización propiamente dicho, que se extiende más o menos desde comienzos del siglo XVIII (en Gran Bretaña) hasta la primera mitad del XX, la principal característica de la transformación estructural de la economía fue el alza del sector secundario (minería, fabricación y construcción) que se puede observar en la proporción tanto de mano de obra especializada como de producción.

Esta transformación se hizo patente por primera vez en Inglaterra, y luego en Escocia, por lo que se ha definido a Gran Bretaña, y con razón, como «la primera nación industrial». Un término más llamativo pero menos útil —«la revolución industrial»— se ha aplicado a las últimas décadas del siglo XVIII y las primeras del XIX; como se verá, este término

es tan inexacto como equívoco y, lo que es más importante, su utilización distrae la atención de otros tipos de evolución contemporáneos que se dieron en la Europa continental. Si Gran Bretaña no hubiera existido o un gigantesco maremoto la hubiese hundido en el océano, Europa (y América) se habrían industrializado igual, aunque de forma diferente. No obstante, este capítulo está dedicado al inicio del proceso de industrialización en el siglo XVIII en Gran Bretaña (figura 7.1).

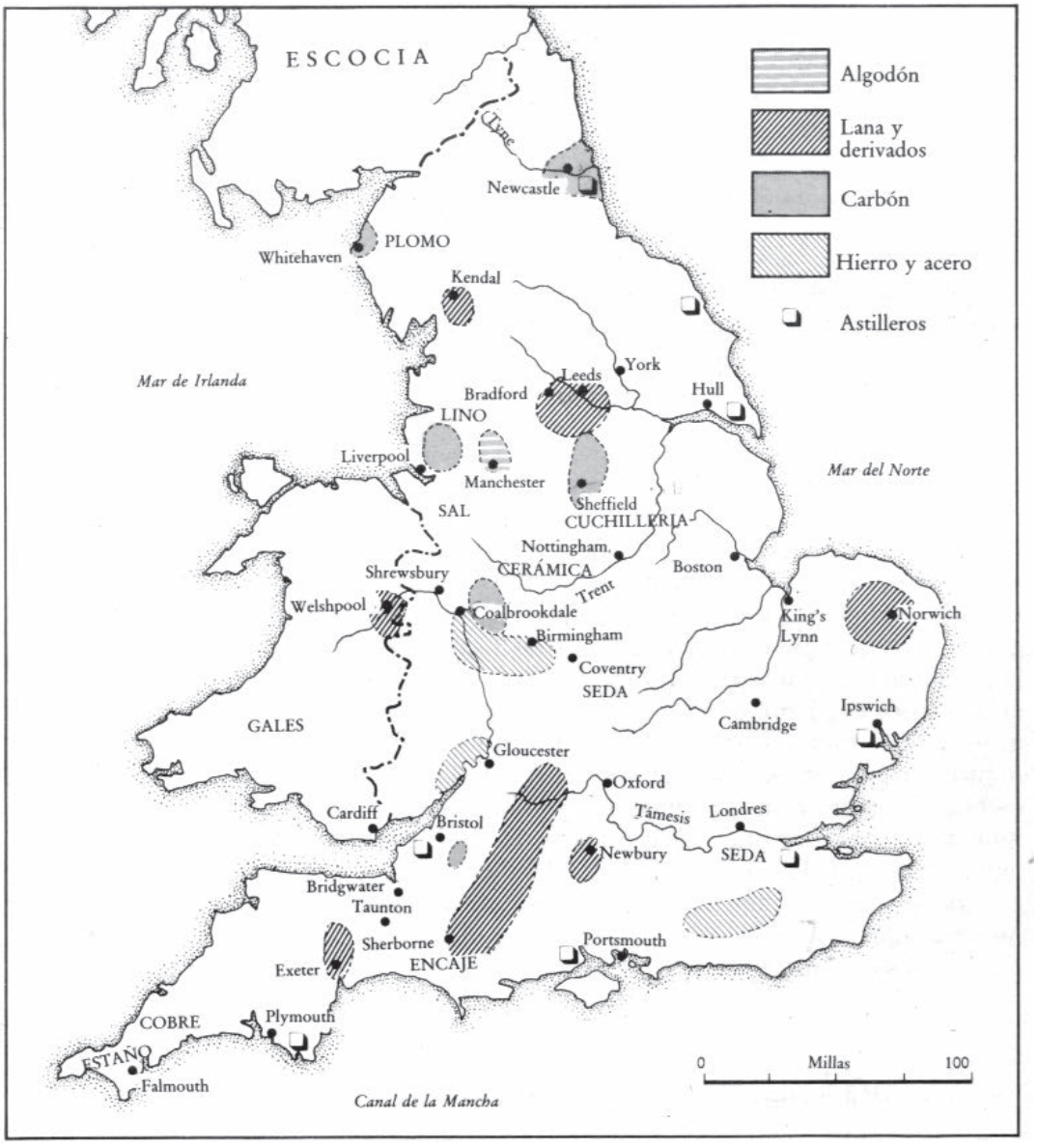

Figura 7.1 La industria inglesa en 1700. (Compárese con la figura 7.11, pág. 208.)

En el curso de esta transformación, que se puede designar con más rigor, aunque más prosaicamente, como el «nacimiento de la industria moderna», fueron surgiendo de forma gradual algunas características que distinguen con claridad la industria «moderna» de la «premoderna». Éstas son: 1) el uso extensivo de maquinaria mecánica; 2) la introducción de nuevas fuentes de energía inanimadas, especialmente combustibles fósiles; y 3) el uso generalizado de materias que no se suelen encuentrar en la naturaleza. Una característica relacionada con ellas es la mayor escala de las empresas en la mayoría de las industrias.

Las mejoras más significativas en la tecnología concernían al uso de maquinaria y energía mecánica para realizar tareas que hasta entonces se habían hecho de forma mucho más lenta y laboriosa con energía humana o animal, o que no se habían realizado en absoluto. Máquinas elementales como la rueda, la polea y la palanca, claro está, se habían usado desde la Antigüedad, y durante siglos la humanidad había utilizado también una pequeñísima parte de la energía inanimada de la naturaleza para impulsar los barcos de vela y accionar los molinos de viento y de agua para procesos industriales elementales. Durante el siglo XVIII tuvo lugar un notable crecimiento en el uso de energía hidráulica en industrias como los molinos de grano, los procesos textiles y la metalurgia, y en los últimos tiempos hemos presenciado la proliferación de una amplia variedad de fuerzas motrices, desde pequeños motores eléctricos de corriente uso doméstico hasta enormes reactores nucleares. Pero los avances más importantes en la aplicación de energía en los primeros pasos de la industrialización supusieron la sustitución de la madera y el carbón vegetal por el carbón de piedra como combustible, y la introducción de la máquina de vapor en la minería, la fabricación y el transporte. De forma similar, aunque durante siglos se habían transformado los minerales metálicos en metales, el uso de hulla y de coque en el proceso de fundición redujo enormemente su coste y multiplicó sus aplicaciones, mientras que la aplicación de la ciencia química creaba una multitud de nuevos materiales «artificiales» o sintéticos.

2. La «revolución industrial»: un término incorrecto

Quizá no exista un término del léxico de la historia económica que haya gozado de más general aceptación que el de «revolución industrial», lamentablemente porque el término en sí mismo no tiene categoría científica y transmite una impresión sumamente engañosa de la naturaleza del cambio económico. No obstante, durante más de un siglo se ha usado para describir el período de la historia británica que fue testigo de la aplicación de la maquinaria mecánica en las industrias textiles, de la introducción de la máquina de vapor de James Watt y del «triunfo» del sistema de producción fabril. Por analogía, el término se ha aplicado también al comienzo de la industrialización en otros países, aunque sin acuerdo general en las fechas.

Las primeras descripciones del fenómeno hacían hincapié en los «grandes inventos» y la dramática naturaleza de los cambios. Como afirmaba un libro de texto de 1896, «El cambio […] fue súbito y violento. Los grandes inventos se crearon en un espacio de tiempo relativamente corto […]», descripción que un especialista más juicioso caracterizó secamente como una muestra de «todas las formas más consumadas de inexactitud histórica». Las pri-

meras interpretaciones también recalcaron lo que se suponía eran las consecuencias negativas de la nueva modalidad de producción. Aunque se reconocía el crecimiento de la productividad como resultado del uso de energía mecánica y maquinaria, la mayoría de los informes destacaban la utilización de mano de obra infantil, la desaparición de oficios tradicionales reemplazados por la maquinaria, y las insalubres condiciones de vida de las nuevas ciudades fabriles. Los primeros en proponer la expresión, carentes de datos y de propensión a cuantificar, se contentaron con aplicar adjetivos impactantes, como súbita, rápida, violenta, discontinua, etc. En fechas más recientes, diversos estudiosos han dedicado considerable esfuerzo a mensurar los cambios en la producción industrial, la renta nacional y sus respectivas variables, y han descubierto que todos ellos fueron relativamente modestos. Sólo en las décadas centrales del siglo XIX, mucho después de las fechas convencionales atribuidas a la «revolución», comenzó la industria británica a adquirir características «modernas».

A pesar de estas tentativas tanto de dilatar como de reducir el lapso ocupado por la «revolución», las fechas convencionales recibieron el *imprimatur* de nada menos que una autoridad como T. S. Ashton, el más célebre historiador de la economía inglesa del siglo XVIII. Esto es doblemente paradójico, porque, por una parte, Ashton, a diferencia de la mayoría de sus predecesores, veía el resultado del período como un «logro» más que como una «catástrofe», y, por otra, no tenía una predilección especial por el término. El mismo Ashton escribió: «Los cambios no fueron sólo "industriales", sino también sociales e intelectuales. La palabra "revolución" implica una brusquedad en el cambio que no es, de hecho, característica de los procesos económicos. El sistema de relaciones humanas que en ocasiones recibe el nombre de capitalismo tuvo sus orígenes mucho antes de 1760 y alcanzó su completo desarrollo mucho después de 1830: existe el peligro de pasar por alto el hecho esencial de la continuidad» [1].

3. Requisitos y concomitantes de la revolución industrial

Como escribió Ashton, los cambios no fueron sólo industriales, sino sociales e intelectuales; de hecho, también comerciales, financieros, agrícolas e incluso políticos. En este «tejido sin costuras» que es el cambio histórico, es difícil asignar prioridades o pesos específicos y más cuando los métodos y las unidades de medida no son de fiar o no existen, pero sí hay razones para creer que fueron los cambios intelectuales los más fundamentales, en el sentido de que posibilitaron o fomentaron los demás.

Ya en la Edad Media algunos individuos habían empezado a considerar las posibilidades prácticas del aprovechamiento de las fuerzas de la naturaleza (véase p. 92). Los logros científicos posteriores asociados a Copérnico, Galileo, Descartes y Newton (por mencionar sólo unos pocos), reforzaron tales ideas. En Inglaterra, la influencia de Francis Bacon, uno de cuyos aforismos era «saber es poder», llevó a la fundación, en 1660, de la Royal Society «para el avance del conocimiento de la naturaleza». Algunos estudiosos consideran la aplicación de la ciencia a la industria como *la* característica que distingue a la industria moderna. Pero, a pesar de su atractivo, esta visión tiene sus inconvenientes. En el alba de la industria moderna a principios del siglo XVIII, el cuerpo del saber científico era demasiado pequeño y débil para ser aplicado directamente al proceso industrial, cualesquiera que fue-

sen las intenciones de sus partidarios. En realidad, hasta la segunda mitad del siglo XIX con el florecimiento de las ciencias química y eléctrica, las *teorías* científicas no aportaron los cimientos de los nuevos procesos y las nuevas industrias. Sin embargo, es indiscutible que los *métodos* de la ciencia —en particular, la observación y la experimentación— se estaban aplicando (aunque no siempre con éxito) ya a finales del siglo XVII con propósitos utilitarios. Tampoco estas tentativas se limitaron a hombres de formación científica. De hecho, una de las características más destacables del avance técnico en el siglo XVIII y principios del XIX fue la gran proporción de innovaciones importantes hechas por ingeniosos hojalateros, e ingenieros y mecánicos autodidactas (la palabra *ingeniero* adquirió su significado moderno en el siglo XVIII). En muchos casos, el término *método experimental* puede ser demasiado formal y exacto para describir el proceso; *ensayo-error* podría ser más apropiado. Pero la voluntad de experimentar y de innovar penetró en todos los estratos de la sociedad, incluso entre la población agraria, tradicionalmente, la más conservadora y recelosa de las innovaciones.

Al igual que fue la primera nación en industrializarse a gran escala, Inglaterra fue también una de las primeras en incrementar su producción agrícola. A finales del siglo XVII superaba ya a la mayoría de Europa continental en productividad agrícola, con tan sólo un 60% de sus trabajadores ocupados básicamente en la producción de alimentos. Aunque el número real de los empleados en la agricultura continuó creciendo hasta mediados del siglo XIX, su proporción descendió de forma constante hasta un 36% a principios del siglo XIX, el 22% a mediados del mismo (cuando la cifra absoluta alcanzó su máximo) y menos de un 10% a comienzos del siglo XX.

Los medios a través de los cuales Inglaterra incrementó su productividad agrícola tienen mucho que agradecer a la experimentación de ensayo-error con nuevos cultivos y rotaciones de cultivos. El nabo, el trébol y otros cultivos forrajeros fueron introducidos desde los Países Bajos en el siglo XVI (véase p. 135) y lograron una gran difusión en el XVII. Probablemente, la innovación agrícola más importante antes de que en el siglo XIX se introdujera la agricultura científica fue el desarrollo de la llamada agricultura convertible, que implica la alternancia de cultivos agrícolas y pastos temporales (producto frecuentemente de los nuevos cultivos de forraje), en lugar de tener siempre una tierra cultivable y unos pastos permanentes. Esto supuso la doble ventaja de restaurar la fertilidad del suelo gracias a las rotaciones mejoradas, que incluían el cultivo de leguminosas, y de permitir un número mayor de ganado que producía así, al tiempo que más carne, leche y lana, más abono para fertilizar. Muchos terratenientes y agricultores experimentaron también con la cría selectiva de ganado.

Una condición importante para las rotaciones mejoradas y la cría selectiva fue el cercado y la consolidación de explotaciones dispersas (figura 7.2). Con el sistema tradicional de campo abierto resultaba difícil, cuando no imposible, que los numerosos participantes llegaran a un acuerdo sobre la introducción de nuevos cultivos o rotaciones, y con el ganado pastando en rebaños comunes era igualmente difícil conseguir una raza seleccionada. Sin embargo, el cercado, a pesar de sus fuertes alicientes, tenía mucha oposición, sobre todo entre labradores y colonos que no tenían terrenos de campo abierto en propiedad, sino sólo derechos consuetudinarios para que uno o dos animales pacieran en el pasto comunal. Los cercamientos más famosos fueron los llevados a cabo por las leyes parlamentarias entre 1760 y el final de las guerras napoleónicas, ya que fueron éstos los que mayor protesta es-

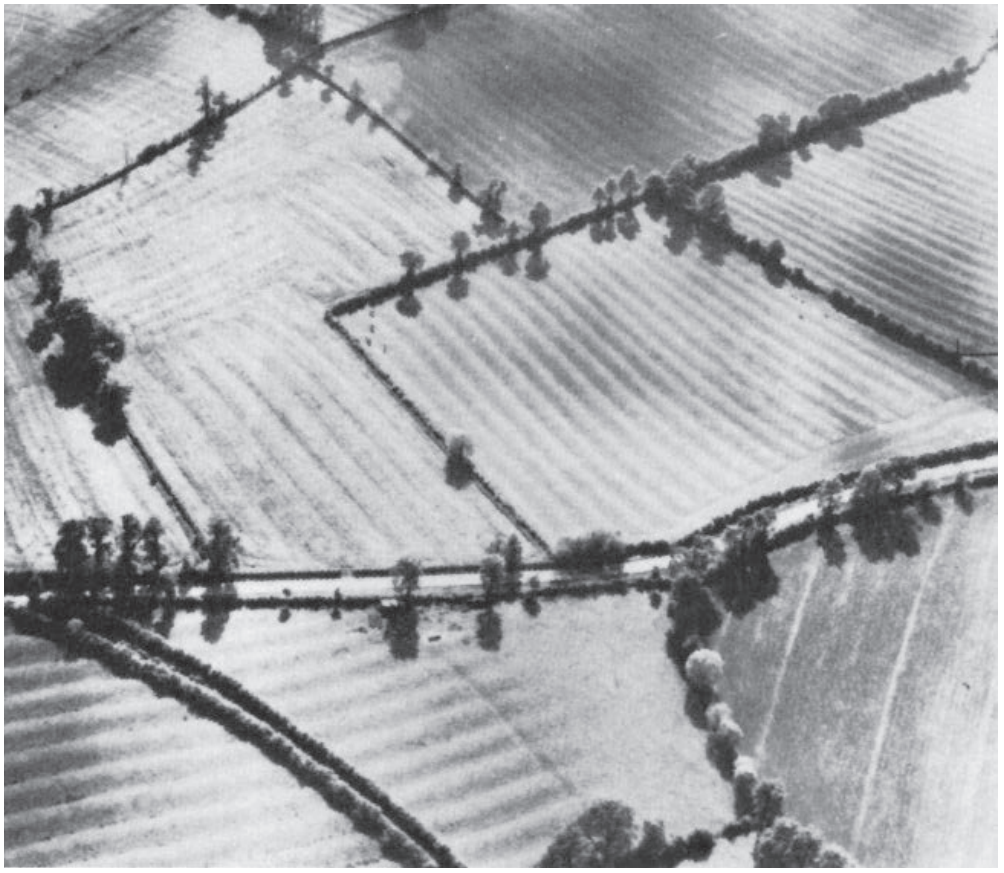

Figura 7.2 Cercamientos.
Los campos abiertos que rodeaban el pueblo de Ilmington, en las Midlands inglesas, fueron cercados en 1778. En esta fotografía aérea de los años cincuenta todavía pueden verse los surcos de los campos abiertos medievales. Compárese con el mapa del pueblo de Shilbottle de la figura 3.1. (De *Medieval England: An Aerial Survey,* de M. W. Beresford y J. K. S. St. Joseph. Copyright 1969, Cambridge University Press. Reproducción autorizada.)

crita suscitaron (figura 7.3). El cercamiento por acuerdo privado, sin embargo, se había venido dando casi de forma continuada desde la Edad Media, y fue especialmente activo a finales del siglo XVII y las primeras seis décadas del siglo XVIII. Para entonces, la mitad o más de la tierra cultivable de Inglaterra estaba ya cercada.

El nuevo paisaje agrícola que surgió para reemplazar los pueblos nucleados rodeados de sus campos abiertos consistía en fincas compactas, consolidadas y cercadas (con muros, vallas o setos), básicamente entre los 100 y 300 acres. Concomitante con el proceso de cercamiento y mejora tecnológica, surgió una tendencia gradual hacia explotaciones mayores. En 1851, aproximadamente un tercio de la superficie cultivada estaba en explotaciones mayores de 300 acres; las fincas menores de 100 acres suponían tan sólo el 22% de la tierra. Aun así, los ocupantes de pequeños terrenos casi doblaban a los otros en número. La razón de esto es que los pequeños agricultores eran ocupantes-propietarios que labraban con la

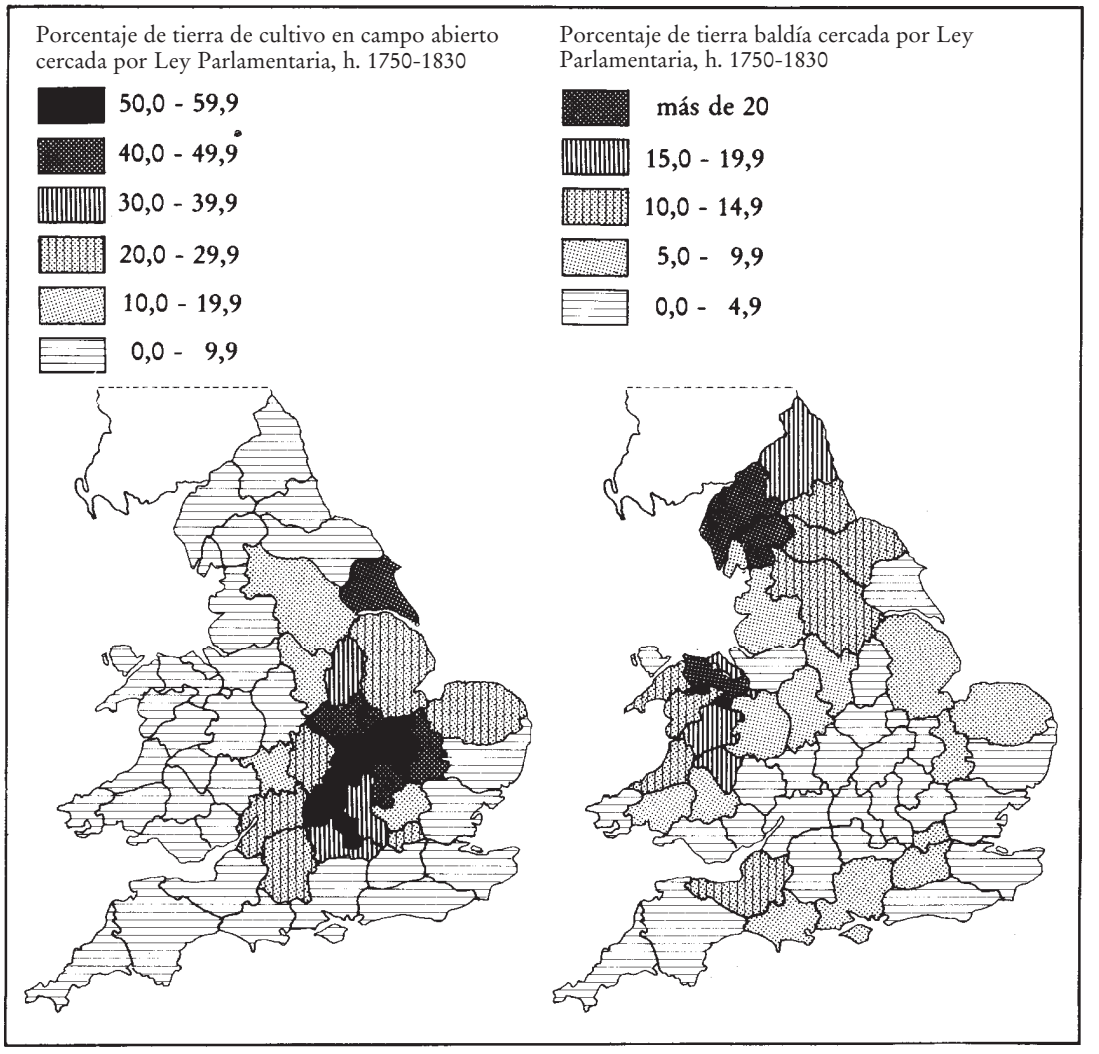

Figura 7.3 Los últimos cercamientos de Inglaterra.

ayuda de mano de obra familiar; los agricultores mayores eran arrendatarios capitalistas que arrendaban las tierras por dinero en metálico y contrataban trabajadores agrícolas sin tierra. Solía pensarse que los cercamientos «despoblaron» el campo, pero de hecho las nuevas técnicas de cultivo asociadas a ellos en realidad aumentaron la demanda de mano de obra. No fue sino hasta la segunda mitad del siglo XIX, con la introducción de maquinaria agrícola, como trilladoras, cosechadoras y arados de vapor, que el número absoluto de la mano de obra agraria comenzó a disminuir.

Mientras tanto, la creciente productividad de la agricultura inglesa le permitió alimentar a una población pujante a unos niveles de nutrición en constante ascenso. De hecho, durante un siglo, desde 1660 hasta 1760, produjo un excedente para la exportación antes de que

el índice de crecimiento demográfico sobrepasara el índice de aumento de la productividad. La relativamente próspera población rural, más especializada y orientada hacia el comercio que la mayoría de los campesinos del continente, proporcionaba asimismo una fácil venta para los bienes manufacturados, que iban desde los aperos agrícolas hasta productos de consumo tales como ropa, objetos de peltre y porcelana. La comercialización de la agricultura reflejaba un proceso general de comercialización que se daba en toda la nación. Ya a finales del siglo XVII el comercio exterior inglés per cápita superaba al del resto de las naciones, a excepción de los Países Bajos, y Londres había desarrollado una organización financiera comercial notablemente compleja que empezaba a rivalizar con Amsterdam. Entre 1688 y 1801, mientras que la participación relativa de la agricultura en la renta nacional bajó del 40 al 32,5% y las de la minería, la fabricación y la construcción se elevaron tan sólo del 21 al 23,6%, la participación relativa del comercio y del transporte aumentó del 12 a 17,5%, un incremento de casi el 50%.

Ya en el siglo XVI Londres había comenzado a funcionar como un «polo de crecimiento» para la economía inglesa. Sus ventajas eran tanto geográficas como políticas. Los romanos habían elegido para emplazar la ciudad el punto más bajo del curso del Támesis, en el que podía construirse un puente sobre el río; y la red de carreteras que construyeron, centrada en Londres, fue todavía de utilidad para la economía inglesa del siglo XVI y siguientes. Del mismo modo, el «remanso» de Londres era el punto más alto del curso del Támesis accesible para los navíos y la ciudad se había construido en el puerto más importante de Inglaterra ya en la Edad Media. La ubicación de la capital de la nación en Westminster, a poca distancia río arriba de la Ciudad de Londres, con la que acabaría fundiéndose, incrementó tanto la riqueza como la población de la metrópolis. El crecimiento demográfico fue extremadamente rápido en los siglos XVI y XVII, y en 1700 Londres había alcanzado si no sobrepasado a París, hasta entonces la ciudad más grande de Europa.

La comercialización y el desarrollo de la organización financiera de la nación se influyeron entre sí. Los orígenes del sistema bancario inglés son oscuros, pero en los años que siguieron a la Restauración de 1660 varios orfebres importantes de Londres empezaron a funcionar como banqueros. Emitían recibos de depósito que circulaban como billetes de banco, y concedían préstamos a empresarios solventes. La fundación del Banco de Inglaterra en 1694, con su monopolio legal de capital social bancario, forzó a los banqueros privados a abandonar sus emisiones de billetes de banco, pero continuaron funcionando como bancos de depósito, aceptando y descontando letras de cambio. Mientras tanto, aunque los «corredores de bolsa» *(brokers),* abogados y ricos mayoristas llevaban a cabo algunas funciones bancarias elementales, como descontar letras de cambio y remitir fondos a Londres, el resto de las provincias permanecieron sin instalaciones bancarias oficiales. El Banco de Inglaterra no abrió sucursales y sus billetes de banco (de gran valor) no circulaban fuera de Londres. Además, la Real Casa de la Moneda era extremadamente ineficaz; el valor de sus monedas de oro era demasiado grande para ser útil en el pago de salarios o en pequeñas transacciones, y acuñaba muy pocas monedas de plata o cobre. Esta ausencia de moneda pequeña movió a la empresa privada a llenar este vacío: industriales, mercaderes e incluso taberneros emitían vales y monedas que cubrían las necesidades de la circulación monetaria local (figura 7.4). De estos diversos orígenes surgió la institución de los «bancos rurales» (es decir, cualquier banco que no estuviera localizado en Londres), cuyo crecimiento fue muy rápido durante la segunda mitad del siglo XVIII; en 1810 había casi ochocientos.

Figura 7.4 Moneda conmemorativa.
«John Wilkinson, Fundidor» acuñó monedas conmemorativas tanto para proporcionar una circulación monetaria local como para anunciarse (y no cabe duda de que también para satisfacer su ego). (Reproducido por cortesía del Patronato del British Museum.)

La euforia engendrada por la Revolución Gloriosa tuvo como consecuencia la creación de varias sociedades anónimas en el decenio de 1690, algunas de ellas, como el Banco de Inglaterra, con estatutos reales y concesión de monopolio. (La ley de aquella época era ambigua en lo referente a la organización de los negocios.) Una euforia similar inundó al país tras el venturoso final de la guerra de Sucesión española, que culminó en el alza financiera especulativa conocida como la Burbuja del Mar del Sur. El episodio recibió este nombre de la Compañía del Mar del Sur, a la que en 1711 oficialmente se concedió el monopolio del comercio con el Imperio español, aunque la razón verdadera de su creación fue reunir dinero para que el gobierno pudiera continuar la guerra. (Una locura especulativa similar tuvo lugar en Francia al mismo tiempo. Llamada la Burbuja del Mississippi, fue inspirada por un aventurero financiero escocés conocido por el nombre inverosímil de John Law, que persuadió al duque de Orleans, regente del rey niño Luis XV, de que le permitiera formar un banco, la Banque Royale, así como una compañía para explotar las posesiones francesas en Norteamérica, conocida por entonces como Mississippi.) La burbuja estalló en 1720, cuando el Parlamento, a requerimiento de la Compañía del Mar del Sur, aprobó la Ley de la Burbuja *[Bubble Act]*. La ley prohibía la formación de sociedades anónimas sin la autorización expresa del Parlamento, que se mostró bastante reacio a concederlas. Como resultado, Inglaterra entró en su «revolución industrial» con una barrera legal contra la forma de organizar los negocios con capital social (o corporativo), condenando a la mayoría de sus iniciativas industriales y de otros tipos a ser asociaciones o simples empresas. Si esta restricción obstaculizó o no la industrialización inglesa ha sido tema de amplio debate; en cualquier caso, no fue un obstáculo insalvable. La Ley de la Burbuja acabó siendo revocada en 1825.

Otra consecuencia importante, ya apuntada (véase p. 179), de la Revolución Gloriosa fue poner las finanzas públicas del reino en manos del Parlamento, lo que redujo de forma significativa el coste de la deuda pública y, por tanto, liberó capital para la inversión privada.

Aunque el sistema tributario era muy regresivo (es decir, proporcionalmente gravaba más a la población de ingresos bajos que a los ricos), posibilitó la acumulación de capital para invertir. Asimismo, que buena parte de esa acumulación fuese directamente a la industria es discutible, ya que la mayoría de las empresas industriales fueron creciendo poco a poco gracias a la reinversión de beneficios. Indirectamente, sin embargo, por medio de las inversiones en infraestructura, sobre todo en transporte, el capital contribuyó de forma importante al proceso de industrialización.

El movimiento de grandes cantidades de mercancías voluminosas y de bajo valor, como el del grano desde el campo hasta los crecientes mercados urbanos, el de la madera para la construcción y el del carbón y los minerales desde las minas hasta las fundiciones, requería un transporte barato y fiable. Antes de la era del ferrocarril, las rutas fluviales eran las que proporcionaban las arterias de transporte más económicas y eficaces. Gran Bretaña debió gran parte de su temprana prosperidad y su primacía en la industria moderna a su condición insular, que no sólo le concedía una protección prácticamente gratuita contra los trastornos y la destrucción de las guerras continentales, sino que también le proporcionaba un transporte barato. Su vasto litoral, sus excelentes puertos naturales y la abundancia de corrientes navegables eliminaron en gran parte la necesidad del transporte terrestre, que obstaculizaba el crecimiento del comercio y la industria en el continente.

Aun gozando de estas ventajas naturales, la demanda de una mejor infraestructura de transporte aumentó en Gran Bretaña con rapidez. En los treinta años comprendidos entre 1660 y 1689 se aprobaron en el Parlamento quince leyes de interés local para mejoras en ríos y puertos; de 1690 a 1719, cincuenta y nueve (incluidas algunas para la construcción de carreteras), y de 1720 a 1749, ciento treinta. La década de 1750 presenció el advenimiento de la época de los canales, durante la cual se construyeron vías navegables para conectar ríos entre sí o minas con sus mercados. En ocasiones, la construcción de un canal representaba una proeza de ingenio, utilizando acueductos y túneles subterráneos. En conjunto, entre 1750 y 1820 se añadieron 4.500 kilómetros de vías navegables a los 1.500 existentes, principalmente canales, con un coste de 17 millones de libras esterlinas (figura 7.5). Por medio de esos canales y ríos navegables se conectaron entre sí y también con todos los puertos principales, todos los centros importantes de producción y consumo. Las empresas de canales se organizaron como compañías privadas lucrativas instituidas por ley parlamentaria (una excepción importante al objetivo de la Ley de la Burbuja), que cobraban peaje a las embarcaciones independientes, a los explotadores de barcaza, y, a veces, explotaban sus propias flotillas de barcazas alquilándolas.

La red de canales y ríos navegables de Gran Bretaña fue muy eficaz para su época, pero aun así no satisfizo la demanda de transporte interior. Tradicionalmente, la conservación de las carreteras era responsabilidad de los municipios, que utilizaban mano de obra local forzada. No es de extrañar que la condición de las carreteras así conservadas fuese deplorable. Al comenzar la década de 1690 el Parlamento creó, por medio de leyes de interés local, unos fondos de crédito para construir y conservar tramos de buenas carreteras en las que los usuarios, ya viajaran en carreta, coche de caballos, a caballo o a pie, pagaban peaje. Dichos fondos no se organizaron en forma de compañías comerciales, sino que estaban promovidos y supervisados por un comité, formado generalmente por terratenientes, granjeros, mercaderes e industriales que buscaban tanto reducir sus obligaciones fiscales por conservar la carretera del municipio, como mejorar los accesos a los mercados. Aunque la

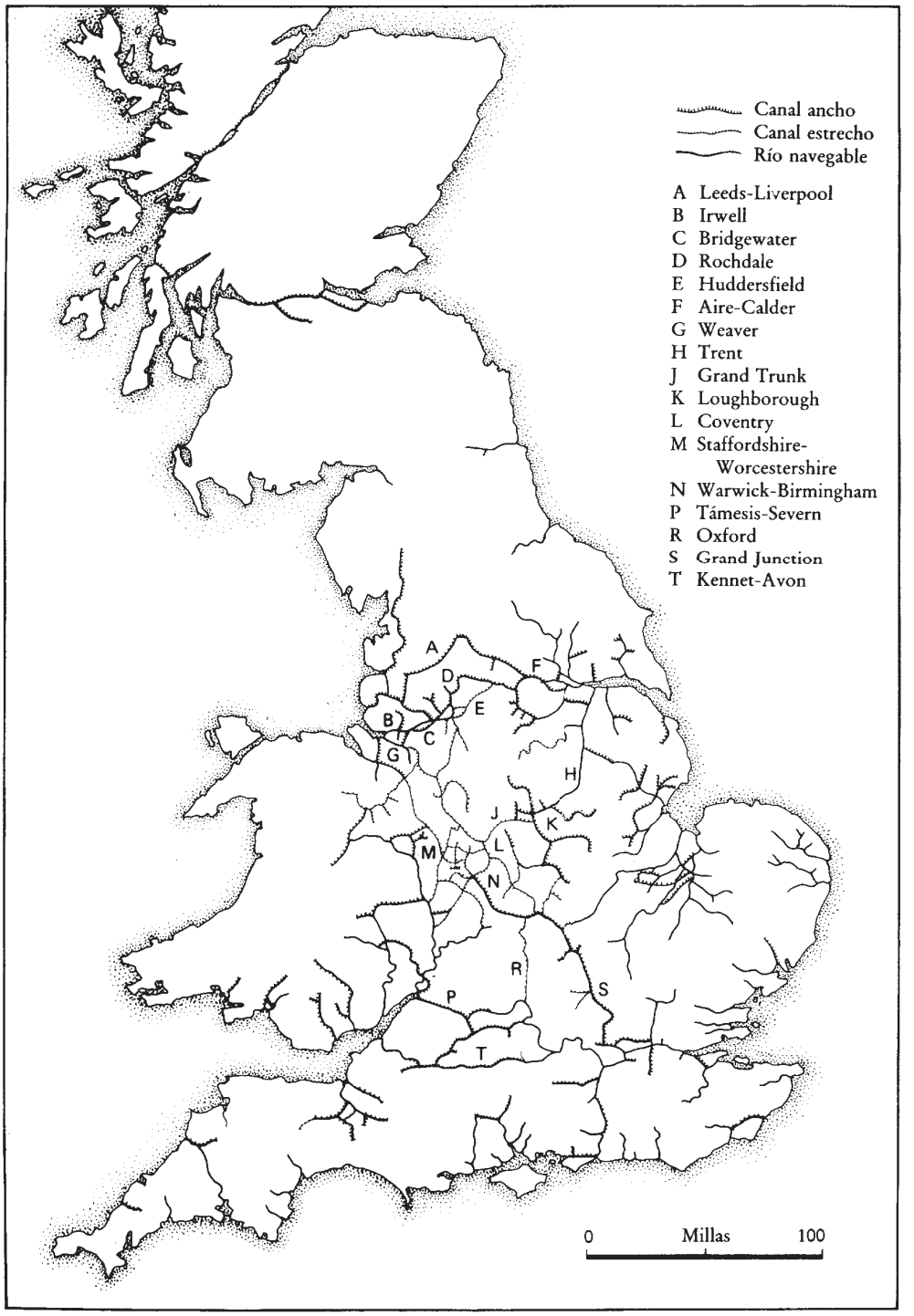

Figura 7.5 Navegación fluvial.

mayoría de las carreteras eran relativamente cortas, de unos cuarenta y cinco kilómetros más o menos, muchas estaban interconectadas, y con el tiempo formaron una densa red. Los decenios de 1750 y 1760 vieron el mayor esfuerzo en la construcción de carreteras: de 5.000 kilómetros en 1750, la red creció hasta los 22.500 kilómetros en 1770 (figura 7.6) y

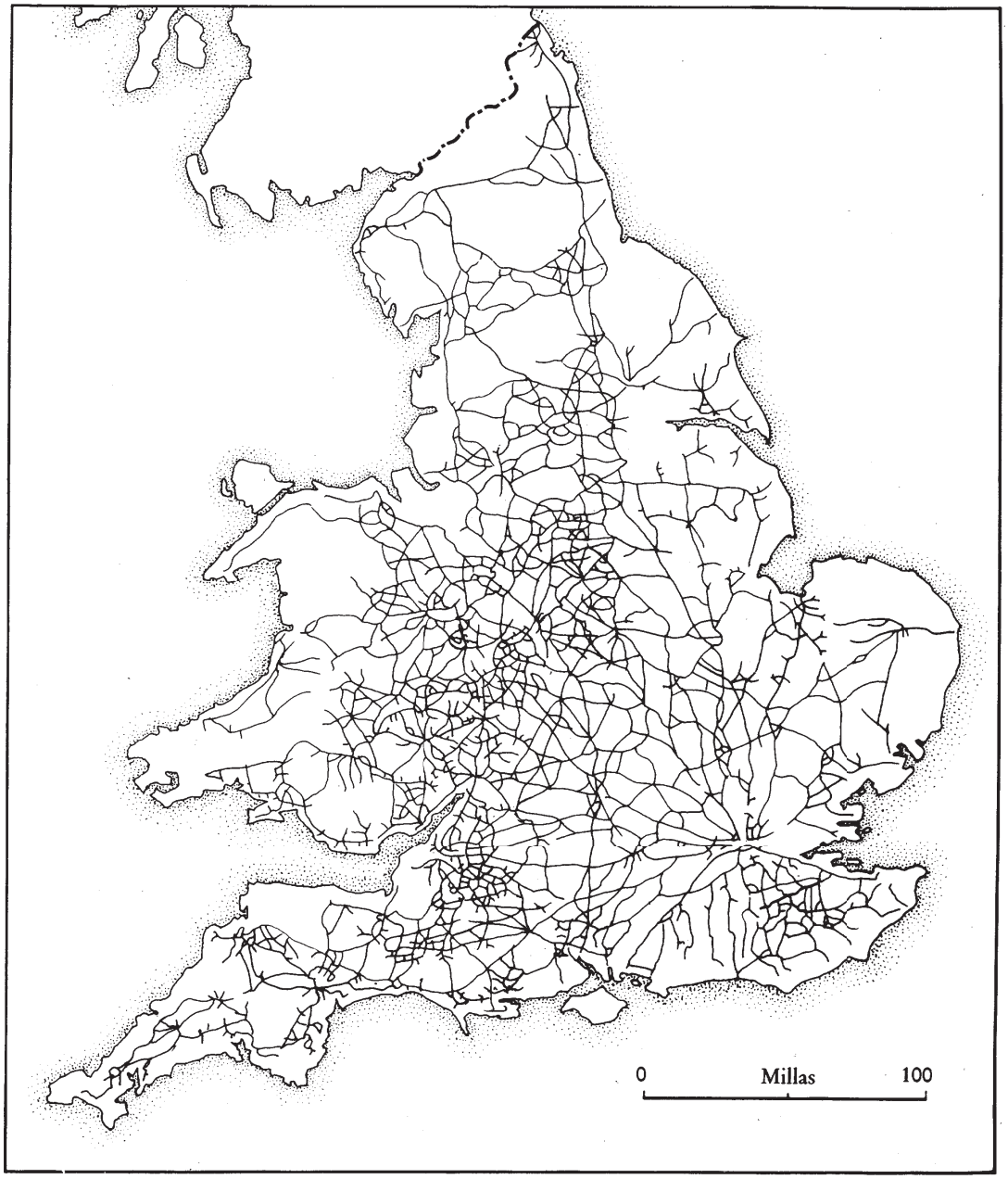

Figura 7.6 Carreteras en 1770.

alcanzó su longitud máxima, de 30.000 kilómetros, en 1836, cuando los ferrocarriles habían comenzado ya a desbancar a carreteras y canales.

4. Tecnología industrial e innovación

Los historiadores impresionados por la naturaleza revolucionaria del cambio industrial, llaman la atención sobre la rápida mecanización y el crecimiento de la industria del algodón en las últimas dos décadas del siglo XVIII. Casi un siglo antes, sin embargo, y con sólo unos pocos años de diferencia, se hicieron otras dos innovaciones cuyo impacto podría considerarse todavía más fundamental para la industrialización, aunque tuvieron que pasar algunos años antes de que se advirtiera su importancia. Estas innovaciones fueron el proceso para fundir el mineral de hierro con coque, lo cual liberó a la industria siderúrgica de la dependencia exclusiva del carbón vegetal, y la invención de la máquina de vapor atmosférico, una nueva y poderosa fuerza motriz que primero complementó y que luego acabó reemplazando a los molinos de viento y de agua como fuentes de energía inanimada.

Se habían hecho muchos intentos para reemplazar el carbón vegetal por el carbón de piedra en los altos hornos, pero las impurezas de este último los habían condenado siempre al fracaso. En 1709, Abraham Darby, un herrero cuáquero de Coalbrookdale, en Shropshire, procesó el combustible de hulla siguiendo el mismo procedimiento que utilizaban otros herreros para conseguir el carbón vegetal a partir de la madera —es decir, calentó el carbón en un contenedor cerrado para eliminar sus impurezas en forma de gas—, quedando un residuo de coque, una forma casi pura de carbono, que utilizó entonces como combustible en el alto horno para hacer hierro en lingotes (figuras 7.7 y 7.8).

A pesar del avance tecnológico de Darby, la innovación se difundió con lentitud; todavía en 1750 solamente un 5% del hierro en lingotes británico se producía con combustible de coque. No obstante, el alza continua en el precio del carbón vegetal a partir de 1750, junto con innovaciones como la del proceso de pudelación y laminación, de Henry Cort en 1783-1784, acabaron liberando la producción del hierro en su conjunto de la dependencia del combustible de carbón vegetal. (El proceso de Cort fundía hierro en lingotes en un horno de reverbero, de forma que el hierro no entraba en contacto directo con el combustible: luego, el hierro fundido se removía o «pudelaba» con palas largas para ayudar a que se quemara el exceso de carbono. Por último, el hierro semifundido se hacía correr por rodillos acanalados que, a la vez que extraían más impurezas, daban la forma deseada a las barras de hierro forjado; véase figura 7.9.) Integrando todas esas operaciones en un mismo lugar, generalmente allí donde se producía el carbón o en las proximidades, los fundidores consiguieron ahorros considerables, y tanto la producción total de hierro como la proporción hecha con combustible de carbón se aceleraron en gran medida. Para finales de siglo la producción de hierro había aumentado a más de 200.000 toneladas, prácticamente todo fundido con coque, y Gran Bretaña se había convertido en el principal exportador de hierro y productos de hierro.

La energía de vapor se empleó por primera vez en la industria de la minería. Como la demanda de carbón y metales se incrementaba, se intensificaron los esfuerzos por extraerlos de minas cada vez más profundas. Se inventaron muchos dispositivos ingeniosos para eliminar el agua de las minas, pero la inundación siguió constituyendo un gran problema,

Figura 7.7 Coalbrookdale de noche.
Coalbrookdale estaba (y está) situada en el rural y bucólico Shropshire, pero fue el escenario de uno de los acontecimientos más importantes en la historia de la industria: la primera vez que se utilizó el coque para fundir mineral de hierro. Hoy alberga un importante museo de arqueología industrial. (Patronato del Science Museum, Londres.)

Figura 7.8 El puente de hierro.
Este puente sobre el río Severn, cerca del Coalbrookdale, con vigas de hierro colado que pesan casi 400 toneladas, fue construido por Abraham Darby III, el nieto del primer hombre que, en 1779, fundió el hierro con coque. Se ensambló con juntas y cuñas engranadas, sin tornillos ni soldaduras. Como muestra esta instantánea turística de 1986, actualmente todavía sigue en pie. (Rondo Cameron.)

así como el obstáculo principal para la expansión de la producción. En 1698, Thomas Savery, un ingeniero militar, obtuvo una patente para una bomba de vapor, a la que llamó, de forma muy apropiada, «La Amiga del Minero». En la primera década del siglo XVIII se establecieron varias, principalmente en las minas de estaño de Cornualles, pero el dispositivo tenía algunos defectos prácticos —entre ellos, tendencia a explotar—. Thomas Newcomen, un diestro ferretero y calderero familiarizado con los problemas de la industria de la minería, puso remedio a esos defectos por medio de experimentos de ensayo-error, y en 1712 logró levantar su primera bomba de vapor atmosférico en una mina de hulla de Staffordshire (figura 7.10).

La máquina de Newcomen hacía pasar el vapor desde una caldera a un cilindro que contenía un émbolo conectado por medio de un balancín en forma de T a una bomba. Una vez que el vapor había presionado el émbolo hasta el extremo del cilindro, un chorro de agua fría dentro del cilindro condensaba el vapor y creaba un vacío, permitiendo que el peso de la atmósfera presionase sobre el émbolo y accionase la bomba, de ahí el nombre de máquina de vapor atmosférico. La máquina de Newcomen era grande (requería un edificio aparte para alojarla), incómoda y cara; pero también era efectiva, si bien no eficaz térmicamente. Hacia el final del siglo se habían construido ya varios centenares en Gran Bretaña, y tam-

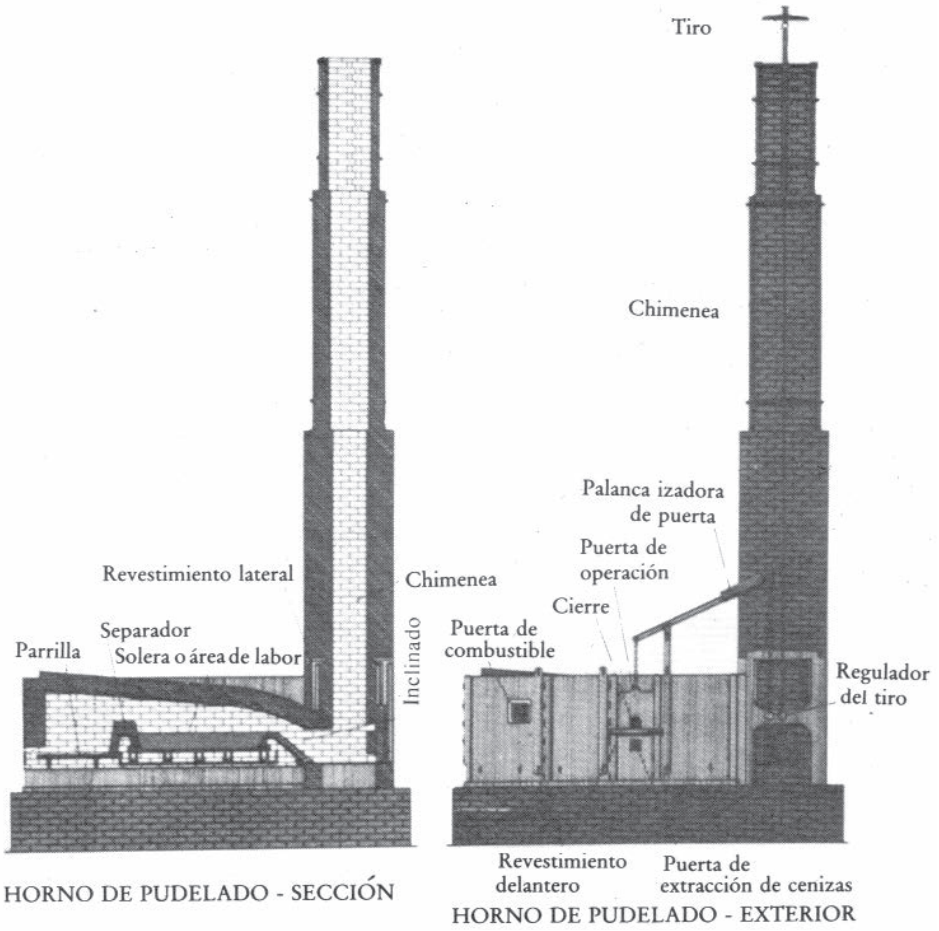

Figura 7.9 Horno de pudelado de Cort.
El horno de pudelado se utilizó (junto con los laminadores) para refinar el hierro crudo, con un alto contenido de carbono y convertirlo en barras de hierro con bajo contenido de carbono. El horno de pudelado y el laminador liberaron a la industria del hierro de su dependencia del combustible de carbón vegetal. (De *The Archaelogy of the Industrial Revolution,* de Brian Bracegirdle, Londres, 1974. Reproducción autorizada.)

bién varias en el continente. Se emplearon sobre todo en minas de carbón, donde el combustible era barato, además de en otras industrias mineras. Asimismo, se utilizaron para elevar el agua que hacía funcionar las norias cuando la caída natural era inadecuada, y para el abastecimiento público.

La principal deficiencia de la máquina de Newcomen era su enorme consumo de combustible en proporción con el trabajo que producía. En el decenio de 1760, a James Watt, un «creador de instrumentos matemáticos» (técnico de laboratorio) de la Universidad de Glasgow, se le pidió que reparase un pequeño modelo operativo de la máquina de Newcomen que se empleaba para efectuar demostraciones en el curso de filosofía natural. Intrigado, Watt empezó a experimentar con la máquina; en 1769 sacó una patente para un condensa-

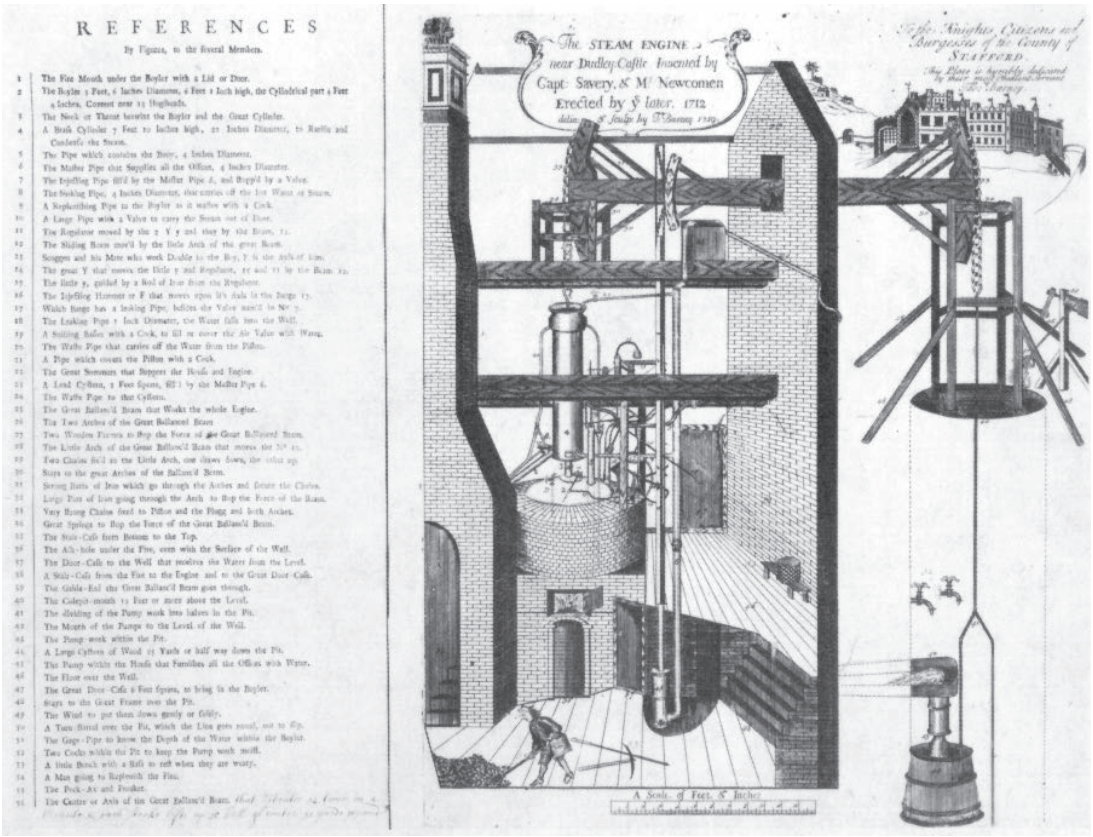

Figura 7.10 La máquina de Newcomen.
De la máquina de Newcomen se ha dicho que fue «el factor principal de la explotación de la riqueza mineral de Gran Bretaña, y por tanto puso los cimientos del desarrollo industrial del país». (De H. W. Dickinson, en *A. history of technology,* IV, editado por Charles Singer, *et al.,* Oxford, 1958, 180-181. Patronato del Science Museum, Londres.)

dor separado, que eliminaba la necesidad de alternar el calentamiento y el enfriamiento del cilindro. Varias dificultades técnicas, entre ellas obtener un cilindro lo suficientemente uniforme para evitar que se escapara el vapor, lastraron todavía durante un tiempo el desarrollo de la máquina y retrasaron su uso práctico varios años. Entretanto, Watt formó una sociedad con Matthew Boulton, un próspero fabricante ferretero de cerca de Birmingham, que le proporcionó el tiempo y los medios necesarios para seguir experimentando. En 1774, John Wilkinson, un fabricante de hierro de las proximidades, patentó una nueva máquina taladradora para hacer cañones de artillería, que también servía para fabricar cilindros de motor. El año siguiente, Watt obtuvo una prórroga de 25 años de su patente, y la firma de Boulton y Watt comenzó la producción comercial de máquinas de vapor. Uno de sus primeros clientes fue John Wilkinson, que la empleó para accionar los fuelles de su alto horno.

La mayoría de las primeras máquinas de Boulton y Watt se utilizaron para bombear las minas, especialmente las de estaño de Cornualles, donde el carbón era caro y, por tanto, el

ahorro en consumo de combustible, comparado con la máquina de Newcomen, considerable. Pero Watt hizo más mejoras, entre ellas un regulador para ajustar la velocidad de la máquina y un dispositivo para convertir el movimiento alternativo del émbolo en un movimiento rotatorio. Este último en particular abrió la posibilidad de multitud de nuevas aplicaciones para la máquina de vapor, como en los molinos de harina y en el hilado de algodón. La primera fábrica de hilado movida directamente por una máquina de vapor empezó su producción en 1785, precipitando de forma decisiva un proceso de cambio que ya estaba en marcha.

La industria textil había alcanzado un papel destacado en Gran Bretaña ya en la era «preindustrial» con el sistema de externalización del producto. La fabricación de artículos de lana y de estambre era, con diferencia, la de mayor importancia (véase p. 137), aunque en Escocia e Irlanda —a diferencia de lo que pasaba en Inglaterra y Gales— predominaba el lino sobre aquélla. (En Inglaterra se obligaba por ley a enterrar a los cadáveres envueltos en sudarios de lana, mientras que en Escocia ese privilegiado estatus estaba reservado al lino.) La industria de la seda, introducida en las primeras décadas del siglo XVIII, empleaba fábricas y maquinaria accionada por energía hidráulica, a imitación de las italianas; la demanda de seda, no obstante, era limitada, debido a su alto coste y a la competencia del continente.

Como la de la seda, la fabricación del paño de algodón era una industria relativamente nueva en Gran Bretaña. Introducida en Lancashire en el siglo XVII, probablemente por inmigrantes del continente, fue estimulada por las leyes de Calico de principios del XVIII (véase p. 182). Al principio esta industria empleaba los procesos manuales utilizados en los de la lana y del lino, usando, debido a la debilidad del hilo, la urdimbre de lino para producir un tipo de tejido llamado fustán. Al ser nueva, la fabricación del algodón estuvo menos sujeta que otras industrias a las restricciones impuestas por la legislación estatal y los reglamentos gremiales y a las prácticas tradicionales que obstruían los cambios técnicos. Ya en la década de 1730 se intentó inventar maquinaria que ahorrase mano de obra tanto en el hilado como en el tejido. Las primeras máquinas de hilar no tuvieron éxito, pero en 1733 John Kay, un mecánico de Lancashire, inventó la lanzadera volante, que permitía a un solo tejedor hacer el trabajo de dos, lo que aumentó la presión de la demanda de hilo. En 1760, la Society of Arts se sumó al incentivo del mercado ofreciendo un premio para quien inventara una satisfactoria máquina de hilar. En pocos años se inventaron varios dispositivos para el hilado mecánico. El primero fue la *jenny* (máquina de hilar de husos múltiples), de James Hargreaves, inventada en 1764 pero sin patentar hasta 1770. La *jenny* era una máquina relativamente simple; de hecho, era poco más que una rueca con una batería de varios husos en lugar de uno. No requería energía mecánica y podía manejarse en una cabaña, pero permitía que una persona hiciese el trabajo de varias.

El bastidor de agua *[water frame],* una máquina de hilar patentada en 1769 por Richard Arkwright, tuvo más importancia en general. Arkwright, barbero y fabricante de pelucas, probablemente no fue quien lo inventó, siendo su patente, más tarde, anulada, pero de los primeros innovadores textiles fue quien tuvo más éxito como hombre de negocios. Como el bastidor de agua operaba con energía hidráulica y era grande y caro, condujo directamente a un sistema fabril que tenía como modelo el de la industria de la seda. Las fábricas, sin embargo, se construían casi siempre cerca de corrientes de agua en el campo o en pequeñas aldeas, para evitar que los trabajadores se concentraran en las ciudades. Por otra parte,

como era la energía hidráulica la que accionaba la maquinaria, las primeras fábricas exigían relativamente pocos hombres adultos como trabajadores cualificados y supervisores; la mayor parte de la mano de obra consistía en mujeres y niños, que eran más baratos y más dóciles.

El más importante de los inventos relacionados con el hilado fue la *mule* (mula) de Samuel Crompton, así llamada porque combinaba elementos de la *jenny* y del bastidor. Perfeccionada entre 1774 y 1779, pero nunca patentada, la mula podía hilar un hilo más fino y resistente que cualquier otra máquina o hilador manual. Después de ser adaptada a la energía de vapor, hacia 1790, se convirtió en el instrumento predilecto para el hilado de algodón. Al igual que el bastidor de agua, permitía el empleo a gran escala de mujeres y niños, pero, a diferencia de éste, favorecía la construcción de enormes fábricas en ciudades donde el carbón era barato y la mano de obra abundante. Manchester, que tenía solamente dos hilaturas de algodón en 1782, contaba con cincuenta y dos veinte años después.

Las nuevas máquinas de hilar invirtieron la presión de la demanda entre el hilado y el tejido, y llevaron a una búsqueda más insistente de una solución a los problemas del tejido mecánico. En 1785, Edmund Cartwright, un clérigo sin formación ni experiencia en mecánica o tejidos, resolvió el problema básico aplicando sencillamente la inteligencia, y obtuvo una patente para un telar mecánico. Multitud de pequeñas dificultades prácticas, no obstante, obstaculizaron el progreso del tejido mecánico; hasta el decenio de 1820, cuando la firma de ingenieros Sharp and Roberts de Manchester construyó un telar mecánico mejorado, y la maquinaria empezó a reemplazar masivamente a los tejedores de telar manual.

Las innovaciones técnicas fueron acompañadas de un rápido aumento en la demanda de algodón. Como Gran Bretaña no cultivaba algodón, las cifras de las importaciones de este producto en bruto proporcionan una buena indicación del ritmo al que se desarrolló la industria. Desde menos de 500 toneladas al inicio del siglo, las importaciones se elevaron hasta 2.500 toneladas en la década de 1770, en vísperas de las innovaciones más importantes, y a más de 25.000 toneladas en 1800. En un primer momento, India y Oriente fueron las principales fuentes de abastecimiento, pero su producción no se expandió con la suficiente rapidez como para satisfacer la creciente demanda. Se empezó a producir algodón en las islas caribeñas de Gran Bretaña y en el sur de Norteamérica, pero el alto coste de separar a mano las semillas de la corta fibra americana, aun empleando esclavos, la desalentó hasta 1793, año en que Eli Whitney, un individuo de Nueva Inglaterra que estaba visitando el sur, inventó la desmotadora mecánica de algodón. Esta máquina (con mejoras) cumplió tan bien su cometido, que los estados del sur de Estados Unidos no tardaron en convertirse en el principal proveedor de materia prima de lo que muy pronto sería la primera industria británica. En 1860, Gran Bretaña importó más de 500.000 toneladas de algodón en bruto.

Las innovaciones en el hilado y el tejido, junto con la desmotadora, fueron las más importantes, pero de ningún modo las únicas que afectaron a la industria del algodón. Toda una serie de pequeñas mejoras tuvieron lugar en los distintos niveles de la producción, desde la preparación de las fibras para el hilado hasta la decoloración, el teñido y el estampado. Al disminuir los costes de producción y aumentar ésta, empezó a exportarse un porcentaje de ella cada vez mayor; en 1803, el valor de las exportaciones de algodón sobrepasaba al de la lana, y la mitad o más de los productos de algodón, de hilo y de tela viajaban a los mercados de ultramar.

La drástica reducción en el precio de los productos manufacturados de algodón influyó en la demanda de las telas de lana y lino, y suministró tanto incentivos como modelos para innovaciones técnicas. No obstante, a diferencia del algodón, estas industrias estaban incrustadas de tradición y reglamentaciones, y las características físicas de sus materias primas también hacían que fueran más difíciles de mecanizar. La innovación de esas industrias apenas había empezado antes de 1800, y no fueron totalmente transformadas hasta la segunda mitad del siglo XIX.

Los cambios técnicos relacionados con los tejidos de algodón, la industria siderúrgica y la introducción de la energía de vapor constituyen el núcleo de la temprana industrialización de Gran Bretaña, pero no fueron las únicas industrias afectadas. Tampoco todos los cambios exigían el uso de energía mecánica. Al mismo tiempo que James Watt estaba perfeccionando la máquina de vapor, su ilustre compatriota Adam Smith relataba en *Wealth of Nations [La riqueza de las naciones]* el gran aumento en la productividad obtenido en una fábrica de alfileres sencillamente con la especialización y la división del trabajo. En algunos aspectos, la fábrica de alfileres de Smith puede considerarse como emblema de las diversas industrias dedicadas a la producción de bienes de consumo, desde objetos sencillos, como ollas y cacerolas, hasta los más complejos, como relojes de pulsera y de pared.

Otra industria representativa era la fabricación de cerámica. La introducción de la porcelana fina de China hizo que se pusiera de moda entre los ricos para sustituir a la vajilla de oro y plata, a la vez que aportaba un modelo para objetos más prácticos. Simultáneamente, la creciente popularidad del té y del café y el aumento de los ingresos entre las clases medias les llevó a preferir la porcelana «china» hecha en el país a los cuencos y servicios de mesa de madera o peltre. Al igual que en la industria siderúrgica, el creciente precio del carbón vegetal indujo a la industria de la cerámica a concentrarse en áreas bien provistas de carbón de piedra. Staffordshire se convirtió en el lugar preeminente de esta industria, donde cientos de pequeños maestros producían para el mercado nacional. Aunque algunos de los más progresistas, como Josiah Wedgwood, introdujeron el uso de máquinas de vapor para moler y mezclar las materias primas, en su mayoría dependían de una división general del trabajo para aumentar la productividad.

También la industria química experimentó una expansión y diversificación importantes. Algunos de los avances fueron consecuencia del progreso de las ciencias químicas, especialmente el asociado al químico francés Antoine Lavoisier (1743-1794) y sus discípulos. Pero un mayor progreso industrial se derivó de los experimentos empíricos de los fabricantes de jabón, papel, vidrio, pinturas, tintes y tejidos, en su búsqueda por hacer frente a la escasez de materias primas. Es probable que en el siglo XVIII los químicos aprendieran de las industrias que utilizaban productos químicos, tanto como éstas se beneficiaron de su ciencia. (Lo mismo puede decirse de otras ciencias.) El ácido sulfúrico, una de las sustancias químicas más versátiles y utilizadas, constituye un buen ejemplo. Aunque ya conocido por los alquimistas, su producción era tan cara como peligrosa por sus propiedades corrosivas. En 1746, John Roebuck, un industrial que había estudiado química, ideó un proceso de producción económico utilizando cámaras de plomo; en asociación con otro industrial, Samuel Garbett, inició la producción de ácido sulfúrico a escala comercial. Entre otros usos inmediatos, su producto se empleó como agente decolorante en la industria textil en lugar de leche agria, manteca, orina y otras sustancias naturales. El ácido sulfúrico fue reemplazado a su vez en la década de 1790, cuando firmas escocesas introdujeron el gas de cloro y

sus derivados como agente decolorante, un descubrimiento del químico francés Claude Berthollet. Para entonces, sin embargo, ya se habían descubierto muchos otros usos industriales.

Otro grupo de productos químicos ampliamente utilizado en los procesos industriales eran los álcalis, sobre todo la sosa cáustica y la potasa. En el siglo XVIII, éstas se producían quemando materia vegetal, especialmente varec y barilla, pero como la oferta de estas algas marinas era fija, se buscaron nuevos métodos de producción. Fue otro francés, Nicholas Leblanc, quien descubrió en 1791 un proceso para producir álcalis mediante el empleo de cloruro de sodio o sal común. Al igual que la decoloración a base de cloro de Berthollet, el proceso de Leblanc se aplicó comercialmente por primera vez en Gran Bretaña. Esta «sosa artificial», como se la llamó, tuvo muchos usos industriales en la fabricación de jabón, vidrio, papel, pintura, cerámica y otros productos, y produjo asimismo otros valiosos productos derivados, como el ácido clorhídrico.

La industria del carbón, cuyo crecimiento había sido favorecido por la escasez de madera para combustible, y que a su vez había propiciado la invención de la máquina de vapor, continuó siendo en su mayor parte una industria basada en el trabajo intensivo, aunque, además, requería mucho capital. Sus derivados también resultaron ser útiles. El alquitrán de hulla, subproducto del proceso del coque, sustituyó al alquitrán natural y la brea para los pertrechos navales cuando las guerras napoleónicas cortaron el abastecimiento del Báltico, y el gas de hulla iluminó las calles de Londres ya en 1812.

Las minas de carbón también fueron responsables de los primeros ferrocarriles de Gran Bretaña. Cuando las minas se hicieron más profundas, con largos túneles subterráneos, mujeres o niños, a menudo las esposas e hijos de los mineros, llevaban el carbón arrastrándolo en trineos hasta la galería principal, para allí subirlo. En el decenio de 1760 se usaron poneys en los subterráneos de algunas minas, y no tardaron en tirar de carros con ruedas sobre vías de chapa metálica, y finalmente sobre raíles de hierro fundido o forjado. Ya antes, en el siglo XVII, se habían usado vías y raíles en la superficie, en la proximidad de las minas, para facilitar el acarreo, utilizando caballos como animales de tiro. En las grandes regiones mineras del estuario del río Tyne, en las cercanías de Newcastle, y en el sur de Gales, los raíles se extendían desde las minas hasta los embarcaderos que había a lo largo del río o a la orilla del mar, hacia los cuales descendían las carretillas llenas de carbón por su propio peso. Éstas, una vez vacías, retornaban a las minas tiradas por caballos y, en los primeros años del siglo XIX, por medio de máquinas de vapor fijas que tiraban de ellas mediante cables. Cuando se utilizó con éxito la primera locomotora en Gran Bretaña, ya había varios cientos de kilómetros de vías férreas.

La locomotora de vapor fue el producto de un complejo proceso de evolución con muchos antecedentes. Su antepasado más importante era, claro está, la máquina de vapor mejorada por James Watt, aunque las máquinas de Watt eran aún demasiado grandes e incómodas y no generaban suficiente energía por unidad de peso como para servir de locomotoras. Por otra parte, el propio Watt se oponía al desarrollo de la locomotora a causa de su peligro potencial y disuadió a sus ayudantes de que trabajaran con ella. Mientras estuvo en vigor su patente para el condensador independiente (hasta 1800), se impidió su progreso efectivo. Pero, además de la propia locomotora de vapor, el diseño y la construcción de las máquinas locomotoras requería el desarrollo de máquinas-herramientas precisas y potentes. John Wilkinson, cuya máquina taladradora permitió que Watt construyese la

suya de vapor, fue uno de los muchos ingenieros y fabricantes de máquinas dotados de talento inventivo. Otro fue John Smeaton (1724-1792), fundador de la profesión de ingeniero civil, cuyas innovaciones llevaron la eficacia de las ruedas hidráulicas y las máquinas de vapor atmosférico a su punto máximo. Henry Maudsley (1771-1831), otro que pertenece a este panteón, inventó hacia 1797 un torno de roscar con corredera de apoyo que hizo posible la producción de piezas metálicas exactas.

Richard Trevithick (1771-1833), un ingeniero de minas de Cornualles, posee el honor de ser el constructor de la primera locomotora que funcionó en 1801. Trevithick utilizó una máquina de alta presión (a diferencia de Watt) y diseñó su locomotora para que se moviese por caminos corrientes. Aunque técnicamente era operativa, dicha locomotora no resultó un logro económico porque los caminos no podían soportar su peso. En 1804 construyó otra locomotora, destinada a correr por una corta vía férrea de una mina en la cuenca minera del sur de Gales; de nuevo, aunque la locomotora funcionaba, los ligeros raíles de hierro fundido no podían soportar el peso. Tras varios intentos parecidos, Trevithick se dedicó a la construcción de máquinas de bombeo para las minas de Cornualles, campo en el que obtuvo éxitos importantes.

Aunque muchos otros ingenieros, como John Blenkinsop, contribuyeron al desarrollo de la locomotora, fue George Stephenson (1781-1848), un autodidacta, el que alcanzó el éxito más notable. Empleado como constructor de máquinas en el distrito minero de Newcastle, en 1813 construyó una máquina de vapor fija que se servía de cables para hacer regresar las carretillas de carbón vacías hasta la mina desde los muelles de carga. En 1822 convenció a los promotores del proyecto de línea férrea entre Stockton y Darlington, trayecto minero, para que utilizaran tracción de vapor en lugar de caballos, y en su inauguración, en 1825, él personalmente condujo una locomotora de diseño propio. La línea Liverpool-Manchester, considerada como la primera línea de ferrocarril de transporte, se inauguró en 1830. Todas sus locomotoras fueron diseñadas y construidas por Stephenson, cuyo *Rocket* (Cohete) había ganado las famosas pruebas de Rainhill el año anterior.

5. Diversidades regionales

En este resumen del nacimiento de la industria moderna, los términos *Gran Bretaña* e *Inglaterra* se han venido utilizando más o menos indistintamente. La mayoría de los primeros estudios de la llamada revolución industrial se concentraban sólo en Inglaterra. Sin embargo, es importante reconocer las grandes variaciones regionales de la industrialización dentro de la propia Inglaterra, así como los muy diversos rumbos del cambio económico en las distintas partes constitutivas del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda.

Dentro de Inglaterra, el ritmo de cambio diferencial estuvo claramente marcado por la importancia de las cuencas mineras, localizadas principalmente en el noreste (sobre todo en Tyneside) y las Midlands, aunque Lancashire poseía asimismo destacados yacimientos (véase figura 7.11). Lancashire se convirtió prácticamente en sinónimo de algodón, pese a contar también con una significativa industria de vidrio y productos químicos, y aunque la algodonera a su vez contaba con puestos destacados en las East Midlands (Derbyshire y Nottinghamshire). La industria siderúrgica y sus diferentes ramas de producción se concentraban en las West Midlands (Birmingham y el «Black Country», Shropshire), el sur de

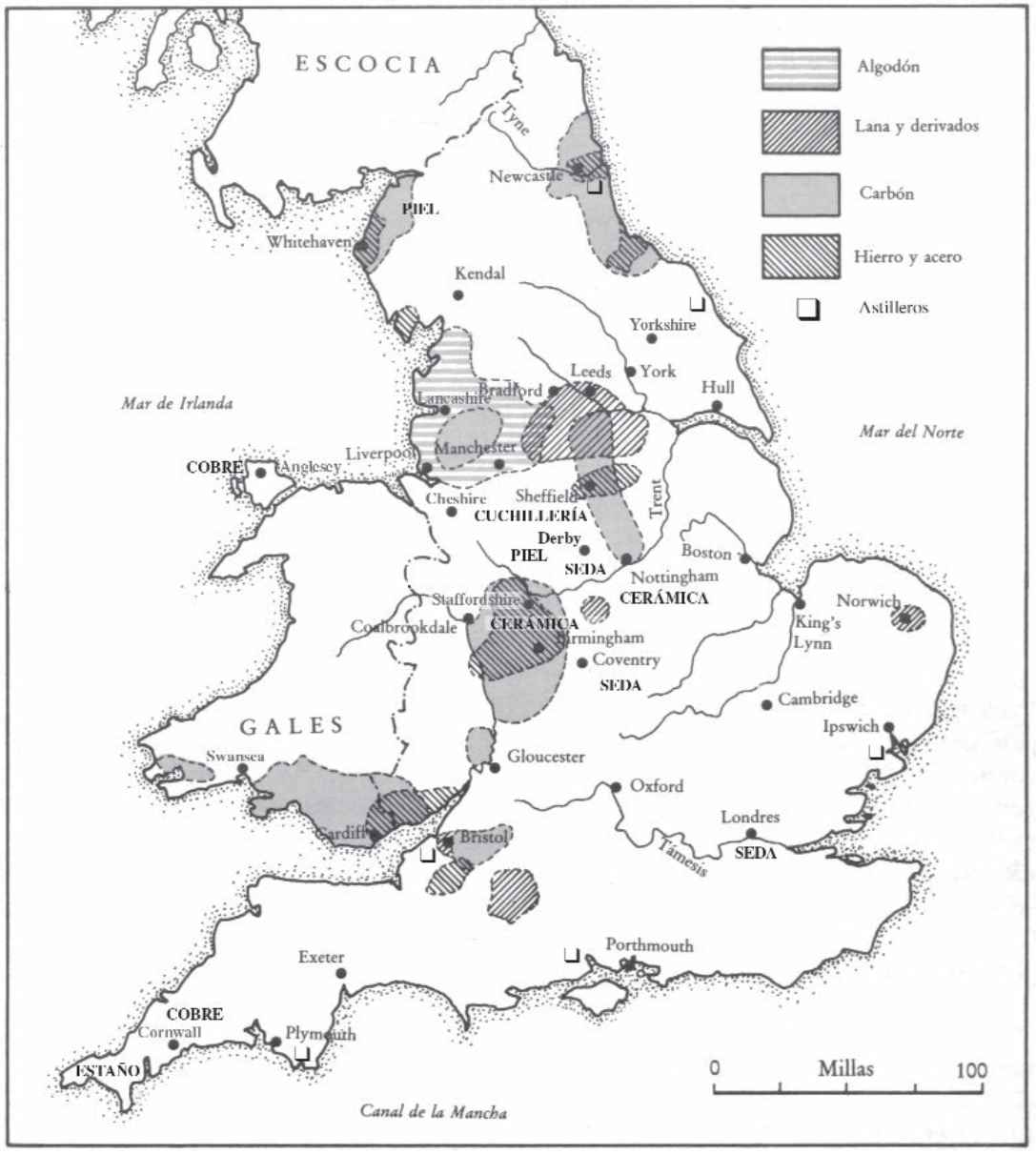

Figura 7.11 La industria inglesa en 1800.

Yorkshire (en especial Sheffield) y el noreste (sobre todo Newcastle, que también era un centro de industria química). Las industrias de la lana tendían a concentrarse en el West Riding de Yorkshire (especialmente Bradford y Leeds) a costa de los centros preindustriales de East Anglia y el West Country, más antiguos. Staffordshire casi monopolizaba la industria de la cerámica, y albergaba también importantes fundiciones de hierro. Cornualles continuó siendo la fuente más destacada de estaño y cobre, pero tenía pocas industrias fabriles.

El sur, por su parte, a excepción de la pujante metrópolis de Londres, con sus diversas industrias de bienes de consumo (especialmente cerveza), siguió siendo principalmente agrícola, aunque no por ello pobre; tenía el suelo más fértil, la organización agraria más avanzada y centros urbanos en crecimiento; la sostenida demanda de alimentos aseguraba a los agricultores y terratenientes del sur una buena retribución por su trabajo y su capital. En cambio, el extremo norte y el noroeste, esencialmente dedicados al pastoreo, se quedaron atrás respecto a otras regiones en ingresos y riqueza.

Gales, conquistada por los ingleses en la Edad Media, había sido tratada siempre como una especie de pariente pobre. En la segunda mitad del siglo XVIII, las vastas cuencas mineras del sur de Gales sentaron las bases de una gran industria siderúrgica que hacia 1800 generaba una cuarta parte de la producción británica; pero estaba orientada al comercio de exportación y engendró pocas industrias dedicadas a procesos derivados. La isla de Anglesey contenía importantes minas de cobre, si bien la mayor parte del mineral se fundía en el sur de Gales, cerca de Swansea. El noreste del país, adyacente a Cheshire y Lancashire, se benefició ligeramente de la abundancia de sus industrias; sin embargo, la mayor parte del interior, montañoso y estéril, permaneció pobre y dedicada al pastoreo. Para los ambiciosos galeses, el camino hacia la fama y la fortuna pasaba por Inglaterra y Escocia. Uno de los que lo emprendió fue Robert Owen, que se hizo rico con la industria algodonera en Manchester y New Lanark, dedicando el resto de su larga vida a causas filantrópicas y humanitarias.

Escocia, a diferencia de Gales, mantuvo su independencia de Inglaterra hasta la unión voluntaria de sus parlamentos en 1707. A mediados del siglo XVIII, sin embargo, Escocia era un país pobre y atrasado. La mayoría de su dispersa población se dedicaba todavía a una agricultura casi de subsistencia, y en grandes zonas de las Highlands el sistema tribal de organización económica y social permanecía intacto. En menos de un siglo, Escocia se puso, junto con Inglaterra, al frente de las naciones industriales del mundo. Con una población siete veces menor que la de ésta, Escocia producía más de una quinta parte del valor de los tejidos de algodón y más de una cuarta parte del hierro en lingotes. La Carron Company, fundada en 1759, fue la primera fábrica siderúrgica integrada a gran escala que utilizó coque en todo el mundo. Muchos de los más importantes innovadores y empresarios de las industrias químicas y de maquinaria fueron, asimismo, escoceses. En resumen, la transformación de Escocia, de ser una economía doméstica atrasada a una de las primeras economías industriales, fue mucho más espectacular que la contemporánea industrialización de Inglaterra.

Las razones de la sobresaliente transformación de Escocia se han debatido con frecuencia. Su único recurso natural de importancia eran sus yacimientos de carbón (entremezclado con mineral de hierro de «banda negra») en la estrecha franja de las Lowland comprendida entre los estuarios del Forth y del Clyde, área que sustentaba la mayoría de la población urbana de Escocia y casi todas sus industrias modernas. La integración de Escocia en el Imperio británico en 1707 le dio acceso no sólo a los mercados ingleses, sino también a los de las colonias inglesas de Norteamérica y otros lugares, lo cual contribuyó sin duda a que se acelerase el ritmo de la vida económica. El sistema educativo del país, desde sus escuelas parroquiales hasta sus cuatro antiguas universidades (comparadas con las sólo dos de Inglaterra), creó una población desacostumbradamente instruida para la época. Del mismo modo, el precoz sistema bancario de Escocia,

por completo distinto del de Inglaterra y prácticamente libre de la regulación del gobierno, permitió a los empresarios escoceses un fácil acceso al crédito y al capital. Por último, no debe olvidarse que Escocia se mantuvo sin una administración política propia, dejando aparte los gobiernos locales, desde el Tratado de Unión hasta 1885. Aunque de esta situación se lamentaban quienes creían que un gobierno específicamente escocés podría haber tomado iniciativas más vigorosas y eficaces para promover el crecimiento económico, es posible que la ausencia de un gobierno central en Escocia en el fondo fuera una bendición.

Irlanda, en triste contraste con Escocia, apenas consiguió industrializarse. Los ingleses trataron a Irlanda, casi más que a Gales, como una provincia conquistada. Si fue ésta o no la razón principal, o incluso un factor determinante, del destino de Irlanda, no se discutirá aquí. El hecho es que la población irlandesa, como la de Gran Bretaña, se multiplicó por algo más de dos entre mediados del siglo XVIII y 1840, pero sin una urbanización o industrialización apreciables. Cuando sufrió la desastrosa hambruna de la patata a mediados de la década de 1840, Irlanda perdió en menos de una década una cuarta parte de su población a causa del hambre y la emigración.

6. Aspectos sociales de los principios de la industrialización

El cuadro 7.1 indica la población aproximada de Gran Bretaña y la de Inglaterra y Gales entre 1700 y 1850. Las cifras muestran el rápido aumento demográfico durante las primeras etapas de la industrialización; un análisis más detallado mostraría que la población comenzó a crecer en la década de 1740 tras haber permanecido casi estancada en la primera mitad del siglo, que el índice de crecimiento se aceleró en la década de 1780 y que alcanzó su máximo en la de 1811-1820, para declinar después ligeramente hacia 1850. Gran Bretaña participó plenamente en la tercera logística de Europa y hasta es posible que la encabezara.

Que el crecimiento de la población no estuvo relacionado únicamente con el proceso de industrialización se basa en el hecho de que fue un fenómeno europeo general, no reducido a Gran Bretaña y otras naciones industrializadas. Por otra parte, sería incorrecto decir que *no* hubo relación; los destinos opuestos de Gran Bretaña e Irlanda en las décadas de mediados del siglo XIX sugieren que la industrialización fue al menos un factor que permitió el crecimiento sostenido de la población.

Los mecanismos del crecimiento que tuvo lugar en el siglo XVIII no se comprenden del todo, en gran parte por la carencia de suficiente información detallada. Es posible que la tasa de natalidad se elevara algo gracias a una menor tardanza en contraer matrimonio, a medida que el crecimiento de las industrias caseras y de fábrica fue permitiendo que las parejas jóvenes estableciesen sus hogares sin tener que esperar a poseer una granja o terminar un aprendizaje. Más probable aún es que la tasa de mortalidad decreciera a causa de varios factores interrelacionados: la introducción de la práctica de la inoculación contra la viruela a principios del siglo y la vacunación a partir de 1798, los avances en los conocimientos de medicina y la creación de nuevos hospitales y, lo que es más importante, un aumento en el nivel de vida, a la vez causa y consecuencia del crecimiento económico. El progreso en la agricultura trajo consigo más abundancia y variedad de alimentos, mejorando la nutrición;

el aumento de la producción de carbón hizo más cálidos los hogares; la producción de jabón, que se dobló en la segunda mitad del siglo, indicó una conciencia mayor de la higiene personal y, junto con el enorme aumento de la producción de tejido de algodón barato, contribuyó a niveles más altos de limpieza.

Cuadro 7.1 Poblaciones de Inglaterra y Gales y Gran Bretaña, 1700-1850 (en millones)

	1700	1750	1800	1850
Inglaterra y Gales	5,8	6,2	9,2	17,8
Gran Bretaña	—	7,4	10,7	20,6

FUENTE: *B. R.* Mitchell y P. Deane, *Abstract of British Historical Statistics* (Cambridge, 1962).

La inmigración y la emigración también afectaron al total de la población. A lo largo del siglo XVIII y principios del XIX, las mayores oportunidades económicas de Inglaterra y Escocia atrajeron a hombres y mujeres irlandeses, ya fuera temporal o permanentemente, incluso antes de la enorme afluencia provocada por la hambruna de la patata. También llegaron refugiados políticos y religiosos de la Europa continental. Por otra parte, más de un millón de ingleses, escoceses y galeses abandonaron sus hogares con destino a ultramar durante el siglo XVIII, principalmente a las colonias británicas; la mayoría partieron en busca de mejores perspectivas económicas, pero otros —deudores encarcelados y otra población penitenciaria— fueron deportados a la fuerza a América y, más tarde, a Australia. Haciendo un balance, es probable que Gran Bretaña perdiera más de lo que ganó con la migración internacional del siglo XVIII.

Más importante todavía para el proceso de crecimiento económico fue la migración interna, que alteró enormemente la localización geográfica de la población. La mayoría de esta migración se dio en distancias relativamente cortas, desde el campo hasta las zonas industriales en expansión; pero esto, unido al aumento de las tasas de crecimiento natural, produjo dos cambios notables en la distribución geográfica de la población: un desplazamiento de la densidad del sureste al noroeste y un aumento en la urbanización.

A principios del siglo XVIII el grueso de la población de Inglaterra se concentraba al sur del río Trent, y gran parte de éste en unos doce condados en la punta sureste del país; Gales y Escocia estaban mucho menos pobladas que Inglaterra. Al inicio del siglo XIX el condado con mayor densidad de población fuera del área metropolitana de Londres era Lancashire, seguido del West Riding de Yorkshire y cuatro condados que albergaban las cuencas de carbón de las West Midlands. El cinturón de las Tierras Bajas de Escocia, entre los estuarios del Forth y del Clyde, y la cuenca minera de Tyneside también registraron notables aumentos. Esta distribución reflejaba la importancia del carbón en la industrialización de la economía.

En 1700, Londres, con una población que superaba el medio millón de habitantes, era la ciudad más grande de Gran Bretaña y, quizá, de Europa. Ninguna otra ciudad británica superaba los 30.000 habitantes. Cuando se efectuó el primer censo, en 1801, Londres tenía

más de un millón de habitantes, y Liverpool, Manchester, Birmingham, Glasgow y Edimburgo contaban cada una con más de 70.000, y crecían con rapidez. El censo de 1851 clasificó oficialmente a más de la mitad de la población como urbana, y en 1901 la proporción había crecido en más de tres cuartos.

No todo fueron ventajas en el crecimiento de las ciudades, ya que éstas albergaban una enorme cantidad de viviendas destartaladas y largas filas de casas miserables en las que se hacinaban las familias de las clases trabajadoras, con cuatro e incluso cinco personas por habitación. Las instalaciones sanitarias en general eran inexistentes, y se arrojaban a la calle toda clase de desechos. Las alcantarillas, cuando existían, habitualmente adoptaban la forma de zanjas abiertas en medio de las calles, pero lo más frecuente era que la lluvia, las aguas residuales y la basura se acumularan en charcos estancados y montones de podredumbre que llenaban el aire de horribles olores y servían de campo de cultivo para el cólera y otras enfermedades epidémicas. Las calles eran en su mayoría estrechas, tortuosas, sin luz y sin pavimento.

En parte, estas deplorables condiciones fueron consecuencia del crecimiento extremadamente rápido, de la insuficiencia de la maquinaria administrativa, de la falta de experiencia de las autoridades locales y de la consiguiente ausencia de planificación. Manchester, por ejemplo, pasó de ser un «simple pueblo» a principios del siglo XVIII a una ciudad de 25.000 habitantes en 1770 y de más de 300.000 en 1850, pero no obtuvo una carta de incorporación hasta 1838. El rápido crecimiento de las ciudades resulta incluso más sorprendente dado el hecho de que tan sólo fue producto de la migración desde el campo; las espantosas condiciones sanitarias hacían que el índice de mortalidad superara al de natalidad (la mortalidad infantil era especialmente alta), y la tasa de crecimiento natural en realidad era negativa. Que la gente consintiera vivir en tales condiciones es prueba de las enormes presiones económicas que les obligaban a trasladarse. Aunque la cantidad de mano de obra agrícola siguió creciendo hasta aproximadamente 1850, el aumento de la población rural fue mayor de lo que podía absorber la ocupación rural tradicional, comprendiendo en ésta tanto la industria casera como el trabajo puramente agrícola.

Un antiguo libro de texto afirmaba que los trabajadores eran «atraídos a las fábricas con el señuelo de los altos salarios». Tal afirmación es más reveladora de las suposiciones del autor que de las condiciones económicas de la época. No cabe duda de que los obreros de las fábricas recibían salarios más altos que los agricultores o que los trabajadores de la industria doméstica, y esto no sólo ocurría con la mano de obra adulta masculina, sino también con mujeres y niños. Muchos relatos de la llamada revolución industrial de Gran Bretaña hacen hincapié en el empleo de mujeres y niños en las fábricas, como si esto fuera una novedad; pero nada está más lejos de la realidad. Hacía ya mucho tiempo que tanto en la agricultura como en la industria doméstica se empleaba a mujeres y a niños; el sistema fabril simplemente se adaptó a esta circunstancia.

Las fábricas se desarrollaron primero en el sector textil y se extendieron con lentitud a otras industrias. Las fábricas podían pagar sueldos más altos porque la productividad del trabajo era mayor como resultado tanto de los avances tecnológicos como de la provisión de más capital por trabajador. De este modo, las fábricas atrajeron gradualmente a más mano de obra y la tendencia general de los salarios fue al alza. Esta tendencia quizá se interrumpiese durante las guerras con Francia, de 1795 a 1815, cuando las necesidades financieras del gobierno crearon una situación inflacionaria en la que muchos asalariados per-

dieron capacidad adquisitiva. La tendencia ascendente de los salarios reales se reanudó a partir de 1812-1813 en lo que respecta a la mayoría de las categorías de los trabajadores, aunque las depresiones periódicas de la época llevaron la inquietud a los trabajadores a causa del desempleo.

Durante el último siglo ha habido un importante y apasionado debate erudito sobre la cuestión del nivel de vida de los obreros británicos desde mediados del siglo XVIII hasta mediados del XIX. (No hay discusión respecto a que hubo una subida del nivel a partir de 1850.) En él no se ha llegado a ningún consenso, ni es probable que éste se alcance; los datos disponibles no son concluyentes y, lo que es más importante, es difícil asignar un peso exacto a la variable fortuna de los diferentes segmentos de la población. Algunos grupos, como los obreros de las fábricas y los artesanos cualificados, mejoraron claramente su suerte; otros, como los infortunados tejedores de los telares manuales, desaparecieron como resultado de la caída en desuso de su tecnología (aunque, por supuesto, se dedicaron a otras ocupaciones).

En conjunto, parece probable que hubiera una mejora gradual en el nivel de vida de las clases trabajadoras en el siglo que va desde 1750 hasta 1850, aunque algunos grupos pudieron experimentar un retroceso durante las guerras con Francia. El debate se complica más con los cambios relativos en la distribución de los ingresos y la riqueza. La mayoría de los trabajadores, inclusive los peor pagados, mejoraron ligeramente su situación, pero los ingresos de aquellos que vivían sobre todo de la renta, el interés y el beneficio se elevaron en proporción mucho mayor. En otras palabras, la desigualdad en la distribución de los ingresos y la riqueza, que era ya grande en la economía preindustrial, se hizo incluso mayor en las primeras etapas de la industrialización.